

У спеціалізовану вчену раду К 55.051.03
Сумського державного університету

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Беди Олександра Івановича

**«Динамічні характеристики ротора відцентрового насоса з
урахуванням особливостей гідродинамічних процесів в
шпаринних ущільненнях довільної довжини»,**

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин

1. Актуальність теми

Високонапірні відцентрові насоси застосовуються в багатьох галузях промисловості. Для них характерним є підвищення робочих параметрів (подач, тисків, швидкостей) і, відповідно, енергоємності. Як наслідок, до проектування, виготовлення і експлуатації таких машин висуваються підвищені вимоги.

Дослідження динамічних характеристик ротора швидкохідної машини є складною задачею, оскільки ротор представляє собою складну динамічну систему, характеристики якої суттєво залежать не тільки від його пружно-масових параметрів, а й від сил його взаємодії зі статорними елементами, насамперед від гідродинамічних процесів у шпаринних ущільненнях. Нині існує чимала кількість теоретичних та експериментальних досліджень впливу шпаринних ущільнень на динаміку ротора як вітчизняних, так і зарубіжних дослідників. Але в більшості із них розглядаються моделі так званих коротких ущільнень, в яких окружною складовою швидкості руху рідини, обумовленої полем тиску, нехтують. На даний час об'єм теоретичних і експериментальних даних по впливу спірального руху робочої рідини у шпарині на величину радіальної сили недостатній для розрахунку динамічних характеристик швидкохідних роторів відцентрових насосів. А тому дисертаційна робота О.І.Беди, присвячена розрахунку динамічних характеристик ротора відцентрового насоса з урахуванням спірального руху рідини у шпарині, обумовленого як обертанням ротора, так і полем тиску робочої рідини, є важливою і актуальною.

2. Новизна наукових положень, результатів, висновків та рекомендацій

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- набув подальшого розвитку аналітичний метод розрахунку радіальної сили у шпаринному ущільненні зі спіральним рухом рідини;
- показано, що величину складових радіальної сили у шпаринному ущільненні можна характеризувати безрозмірними коефіцієнтами, які визначаються тільки геометричними розмірами шпарини;
- дана оцінка впливу окружних перетоків робочої рідини у шпарині, обумовлених полем тиску, на величину радіальної сили;
- експериментально отримано значення коефіцієнтів радіальної та кутової жорсткості гідростатичної сили у відносно довгому шпаринному ущільненні;
- надано рекомендації доцільності розбивки кільцевою канавкою відносно довгого шпаринного ущільнення.

-

3. Достовірність та обґрунтованість результатів і наукових положень дисертації

Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків, сформульованих у дисертаційній роботі Беди О.І., базується на аналізі літературних джерел за даною тематикою, коректністю поставлених задач дослідження, зіставленні теоретичних результатів з експериментальними даними як інших дослідників, так і одержаними здобувачем на спеціально розробленому стенді.

4. Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Здобувачем запропоновано аналітичний метод розрахунку складових радіальної сили у шпаринному ущільненні зі спіральним рухом рідини, який у подальшому може бути використаний для дослідження гідродинамічних процесів у шпарині у нелінійній постановці. Побудовані діаграми для безрозмірних коефіцієнтів лінеаризованих складових радіальної сили дають можливість уникнути додаткових розрахунків при дослідженні впливу геометричних розмірів шпарини на величину радіальної сили. Отримані здобувачем уточнені аналітичні вирази для складових лінеаризованої радіальної сили у шпаринному ущільненні можуть бути використані для розрахунку динамічних характеристик ротора відцентрового насоса. Запропоновані рекомендації щодо доцільності розбиття відносно довгої шпарини кільцевою канавкою.

Результати дисертаційної роботи впроваджені на підприємстві ВАТ «ВНДІАЕН» (м. Суми), а також використовуються у навчальному процесі у Сумському державному університеті.

5. Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях.

За темою дисертації опубліковано 12 статей, серед яких 6 у фахових виданнях України, 3 статті у складі монографій та збірників, 3 статті у закордонних виданнях.

Апробація результатів роботи здійснена на 6 науково-технічних конференціях різного рівня, в тому числі й міжнародних конференціях.

У цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

6. Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та двох додатків.

Обсяг і оформлення дисертації відповідає вимогам щодо дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем.

У вступі обґрунтована актуальність проведеного дослідження, викладена наукова новизна і практична цінність представленої роботи. Здійснений опис публікацій за темою дисертації.

Структура представлення основних положень проведеного дослідження у вступі відповідає встановленим вимогам.

Перший розділ присвячено аналізу сучасного стану проблеми розрахунків динамічних характеристик роторів відцентрових насосів з урахуванням гідродинамічних процесів у шпаринних ущільненнях проточної частини. Відмічається, що шпаринні ущільнення суттєво впливають на динамічні характеристики ротора: виникаючі в ущільненні гідродинамічні сили в залежності від конструкції та умов роботи ущільнення можуть або знижувати віброактивність ротора, або навпаки, обумовлювати його динамічну нестійкість.

В результаті інформаційно-аналітичного огляду була сформульована мета дослідження та поставлені задачі для її досягнення

Другий розділ присвячено теоретичним дослідженням гідродинамічних процесів у шпаринному ущільненні з урахуванням спірального руху робочої рідини в шпарині. Здобувачем одержано аналітичні вирази для складових лінеаризованої радіальної сили, дана оцінка впливу спірального руху робочої рідини на їх величини. Показано, що урахування окружних перетоків робочої рідини у шпарині суттєво уточнює величини складових радіальної сили у відносно довгому шпаринному ущільненні.

Чисельними методами проведено аналіз нелінійності гідростатичної сили, обумовленої радіальним зміщенням вала. Автор відмічає, що у шпаринному ущільненні зі спіральним рухом робочої рідини гідростатична сила має м'яку характеристику жорсткості.

Проаналізовано вплив частоти обертання ротора на величину радіальної сили у шпарині.

У третьому розділі наведені результати експериментальних досліджень гідростатичної сили у відносно довгому шпаринному ущільненні. Отримано експериментальні значення коефіцієнтів радіальної та кутової жорсткості вказаної сили. Співставлення теоретичних розрахунків, одержаних автором у розділі 2, і даних експерименту свідчать про задовільний збіг результатів

У четвертому розділі здобувач досліджує вплив гідродинамічних процесів у шпаринних ущільненнях на динамічні характеристики ротора відцентрового насоса. Розглядаючи спрощену одномасову модель ротора, автор показав наскільки великий вплив шпаринних ущільнень на основні динамічні характеристики ротора і наскільки суттєво динаміка ротора залежить від геометричних розмірів шпарини.

На прикладі ротора відцентрового насоса ПЕ 400-185 проаналізовано вплив спірального руху рідини у шпарині на його критичні частоти.

Висновки по роботі підсумовують результати дослідження в цілому. Вони у логічному порядку показують реалізацію поставлених задач.

7. Зауваження до дисертаційної роботи.

За змістом дисертаційної роботи можна зробити наступні зауваження:

1. В першому розділі зроблено аналіз відомих методів розрахунку динамічних характеристик роторів відцентрових машин з урахуванням шпаринних ущільнень, але в виконаному аналізі літературних джерел не досить достатньо висвітлений сучасний закордонний досвід у вирішенні вказаної проблеми.

2. У системі (2.17) краще б було перейти й до безрозмірних змінних тиску та швидкості.

3. Характеризуючи зіставлення теоретичних та експериментальних даних автору потрібно було б вказати значення відносної похибки.

4. Наведені у роботі графіки недостатньо проаналізовані.

5. При дослідженні складових радіальної сили не варто враховувати розподіл тиску у концентричному каналі.

6. У розділі 4 при знаходженні критичних частот ротора не використовується формула (2.77) без оцінки впливу частоти обертання ротора на жорсткість гідростатичної сили.

7. У дисертаційній роботі присутній ряд орфографічних та синтаксичних помилок, які, однак, не викривляють суті роботи в цілому.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

8. Загальний висновок

Дисертаційна робота Беди Олександра Івановича «Динамічні характеристики ротора відцентрового насоса з урахуванням особливостей гідродинамічних процесів в шпаринних ущільненнях довільної довжини» є закінченою науковою працею, що виконана у вигляді спеціально підготовленого рукопису.

У цілому рівень теоретичних та експериментальних досліджень, практична значимість роботи повністю відповідає вимогам п.п.9, 11 та 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р., які висуваються до кандидатських дисертацій.

Вважаю, що розглянута дисертаційна робота повністю відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.02.09 – динаміка та міцність машин, а її автор Беда Олександр Іванович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук із зазначеної спеціальності.

Офіційний опонент,
доцент кафедри
електротехнічних систем в АПК та фізики
Сумського національного
аграрного університету,
кандидат технічних наук, доцент

О.М. Шийко

